

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

58

(11)Publication number : 2000-137162

(43)Date of publication of application : 16.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 13/24  
G02B 13/14  
G02B 13/22  
G03F 7/20  
H01L 21/027

(21)Application number : 10-309678

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 30.10.1998

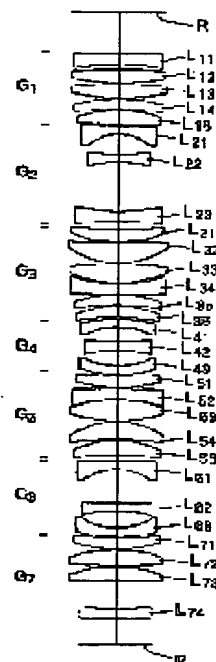
(72)Inventor : ENDO KAZUMASA

## (54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION ALIGNER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a projection optical system which is primarily used for the projection transfer of a liquid crystal display device, which is sufficiently high in resolution, and which is provided with a fully wide exposure field.

**SOLUTION:** In a projection optical system in which an image on the first face R is formed on the second face P, assuming the maximum image height is Y (mm), the maximum numerical aperture on the image side is NA, a wave length used is  $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ ), and the distance on the optical axis from the first face to the second is L (mm), each of the following conditional expressions is satisfied;  $Y \geq 53$ ,  $\lambda/NA \leq 2.1$ , and  $0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda \times L) < 2.5$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-137162

(P2000-137162A)

(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000. 5. 16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 B 13/24		G 0 2 B 13/24	2 H 0 8 7
13/14		13/14	2 H 0 9 7
13/22		13/22	5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 0 1	G 0 3 F 7/20	5 0 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-309678

(22) 出願日 平成10年10月30日 (1998. 10. 30)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 遠藤 一正

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H087 KA21 LA01 NA04 PA15 PA17

PB20 QA01 QA06 QA07 QA18

QA21 QA25 QA34 QA39 QA41

QA42 QA45

2H097 AB09 CA17 GB01 LA10

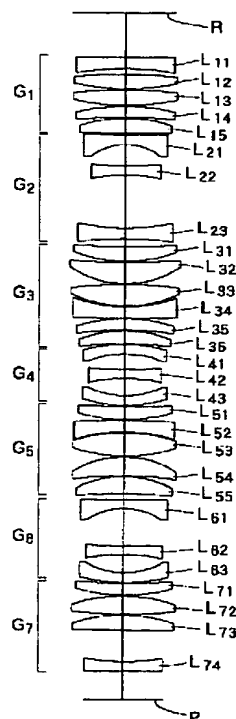
5F046 BA03 CB12 CB25

(54) 【発明の名称】 投影光学系及び投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 主として液晶表示素子の投影転写に用いられ、解像力が十分に高く、しかも十分に広い露光フィールドを有する投影光学系を提供する。

【解決手段】 第1面Rの像を第2面P上に形成する投影光学系において、最大像高をY (mm) とし、像側最大開口数をNAとし、使用波長をλ (μm) とし、前記第1面から第2面までの光軸上の距離をL (mm) とするとき、 $Y \geq 5.3$ 、 $\lambda / NA \leq 2.1$ 、 $0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 2.5$  なる各条件式を満たす。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1面の像を第2面上に形成する投影光学系において、

最大像高を $Y$  (mm)とし、像側最大開口数を $NA$ とし、使用波長を $\lambda$  ( $\mu\text{m}$ )とし、前記第1面から第2面までの光軸上の距離を $L$  (mm)とすると、

$$Y \geq 5.3$$

$$\lambda / NA \leq 2.1$$

$$0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 2.5$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系。

【請求項2】前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、負の屈折力を有する第6レンズ群と、正の屈折力を有する第7レンズ群からなり、

前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群と第6レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【請求項3】第1面の像を第2面上に形成する投影光学系において、

最大像高を $Y$  (mm)とし、像側最大開口数を $NA$ とし、使用波長を $\lambda$  ( $\mu\text{m}$ )とし、前記第1面から第2面までの光軸上の距離を $L$  (mm)とすると、

$$Y \geq 3.1$$

$$\lambda / NA \leq 0.9$$

$$2.5 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 7.5$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系。

【請求項4】前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、

前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする請求項3記載の投影光学系。

【請求項5】請求項1～4のいずれか1項記載の投影光学系と、前記第1面を照明する照明光学系を有することを特徴とする投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、第1面の像を第2

面上に形成する投影光学系に関し、特にマスク上のパターンの像をガラスプレートの感光面上に投影して転写する投影光学系に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、高精細フラットパネルディスプレイとして、高解像度及び低消費電力性に優れた、低温ポリシリコンTFT（薄膜トランジスタ）やFED（フィールドエミッションディスプレイ）が注目されている。しかし、これらのLCD（液晶表示素子）は微細加工を必要とし、それぞれに要求されるパターンルールは、低温ポリシリコンTFT-LCDにおいて $2\mu\text{m}$ 以下、またFEDにおいては $1\mu\text{m}$ 以下であり、半導体露光装置並みの解像性能が必要となる。また、パネルディスプレイサイズの大形化とコストダウンが必要なため、比較的大きな露光フィールドを有する露光装置が必要となる。

【0003】そこで、 $2\mu\text{m}$ 以下の解像度が必要な低温ポリシリコンTFT-LCDを製造するための露光装置として、例えば株式会社ニコンの製品に、露光波長が $g$ 線、 $NA=0.15$ 、露光フィールドが $75\text{mm} \times 75\text{mm}$ の正方形、解像度が $2\mu\text{m}$ 程度以下を達成した露光装置がある。また、 $1\mu\text{m}$ 以下の解像度が必要なFEDを製造するための露光装置としては、露光波長が $i$ 線、 $NA=0.3$ 、露光フィールドが $44\text{mm} \times 44\text{mm}$ の正方形、解像度が $1\mu\text{m}$ 程度以下を達成した露光装置がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示素子では、近年、表示素子の周辺部分に、表示素子を駆動する駆動回路を同時に焼き付ける傾向にある。そのため、上記従来の投影光学系を用いれば、表示素子部分については高精細フラットパネルディスプレイの製造が可能になるものの、駆動回路部分の露光のためには、必ずしも十分な解像力を持つとは言えなかった。他方、解像力が十分に高い製品としては、 $0.5\mu\text{m}$ 以下の解像度を達成できる投影光学系が存在するが、この製品の投影倍率は $1/5$ 倍で、露光フィールドは $22\text{mm} \times 22\text{mm}$ の正方形程度しかない。したがって一度に露光できる領域が小さいために、比較的大きなフラットパネルディスプレイの製造においてはスループットが向上しないという問題点がある。したがって本発明は、主として液晶表示素子の投影転写に用いられ、解像力が十分に高く、しかも十分に広い露光フィールドを有する投影光学系を提供することを課題とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、すなわち、請求項1の発明は、第1面の像を第2面上に形成する投影光学系において、最大像高を $Y$  (mm)とし、像側最大開口数を $NA$ とし、使用波長を $\lambda$  ( $\mu\text{m}$ )とし、前記第1面から第2面までの光軸上の距離を $L$  (mm)とすると、

$$Y \geq 5.3$$

$$\lambda / NA \leq 2.1$$

$$0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 2.5 \quad \dots (2)$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系である。その際、 $\lambda = 0.365 \mu\text{m}$ とすることができる。

【0006】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、負の屈折力を有する第6レンズ群と、正の屈折力を有する第

$$Y \geq 3.1$$

$$\lambda / NA \leq 0.9$$

$$2.5 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 7.5 \quad \dots (3)$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系である。その際、 $\lambda \leq 0.248 \mu\text{m}$ とすることができる。

【0008】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする投影光学系である。

【0009】請求項5の発明は、請求項1～4のいずれか1項記載の投影光学系と、前記第1面を照明する照明光学系を有することを特徴とする投影露光装置である。本発明は更に、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の投影光学系を用いた露光方法において、前記第1面に設定されたマスクを照明する工程と、前記投影光学系によって前記マスクのパターン像を前記第2面に設定された感光性基板へ投影露光する工程を含む露光方法である。

【0010】一般に投影光学系の解像力は $\lambda / NA$ に比例し、露光フィールドの面積は $Y^2$ に比例する。そして $\lambda / NA$ と、 $Y^2$ と、 $L$ との間には、

$$\alpha < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < \beta \quad \dots (1)$$

なる関係がある。条件式(1)は、投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。または、解像度を上げるには露光フィールドを縮小するか、全長を拡大する必要があることをあらわしている。また別の見方をすれば、全長を短くするためには解像度を下げるか、露光フィールドを小さくするかをあらわしている。

【0011】投影光学系の全長は、露光装置の高さを決定する要因の1つであり、使用するクリーンルーム環境

7レンズ群からなり、前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群と第6レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする投影光学系である。

【0007】請求項3の発明は、

にも高さ制限があるため全長の最大値には制限が存在する。このため、下限値 $\alpha$ は解像度と露光フィールドに対する投影光学系の全長の最大値を決定するものである。また、高い解像度を保ったまま一度に露光できる領域が大きいほどスループットが向上できるため、投影光学系の理想値は条件式(1)の上限 $\beta$ に近づく。しかし、全長を拡大せず、高い解像度を保ったまま一度に露光できる領域を拡大すると露光フィールド内において結像性能が悪化することになる。また、全長、露光フィールドを一定に保ったまま解像度を上げると露光フィールド内において結像性能が悪化することになるし、解像度、露光フィールドを一定に保ったまま全長を短くすると露光フィールド内において結像性能が悪化することになる。

【0012】条件式(2)は、露光波長が $i$ 線程度のときにおける投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。露光波長 $i$ 線に対する半値幅を考慮すると、色収差補正が必須であり投影光学系の設計自由度が減少するため、条件式(2)は(1)に比べて狭くなる。特に、上限値が狭まる。

【0013】条件式(3)は、露光波長が $\lambda \leq 0.248 \mu\text{m}$ 程度のときにおける投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。露光光に対する半値幅は狭帯化されるため、色収差補正範囲が狭くなり投影光学系の設計自由度が増加し、条件式(3)は(2)に比べ、上限値を大きくできる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によって説明する。図1は本発明による投影光学系を備えた投影露光装置の一例を示す概略図である。照明光学系ILから発した照明光束は、レチクルステージRS上に載置されたレチクルR上のパターン面のうちの、照明フィールドIA内のパターン面を、均一に照明する。照明フィ

ールドIA内のパターン面を通過した光束は、開口絞りASを有する投影光学系PLを通過し、ウエハステージWS上に載置されたウエハW上の感光面のうちの、露光フィールドEA内の感光面に、照明フィールドIA内のパターン面の像を投影する。こうして照明フィールドIA内のパターン面の像が、ウエハW上の感光面に転写される。

【0015】図2は投影露光装置の他の例を示す概略図である。図1に示す露光装置は、レチクルR上のパターンを一括してウエハW上に転写する一括露光型の露光装置であるが、図2に示す露光装置は、走査露光型の露光装置である。この装置では、照明フィールドIAが細長いスリット状に形成されており、したがって露光フィールドEAもスリット状となる。レチクルR及びウエハWは、スリット状の照明フィールドIA及び露光フィールドEAの短手方向に、投影光学系PLの投影倍率に対応した速度比にて、互いに同期して移動する。これにより、スリット状の照明フィールドIAを短手方向に拡大した範囲のパターンが、ウエハW上の感光面に転写される。なお、上記の露光装置では、ウエハWにパターンを転写する場合について説明したが、ウエハに代えてガラスプレートをを用いることもできる。

【0016】図3は、本発明による投影光学系の第1実施例を示し、感光基板としてガラスプレートPを用いている。この投影光学系は、低温ポリシリコンTFTE等の露光装置に組み込まれる両側テレセントリックな投影光学系である。この投影光学系は、レチクルR側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を有する第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を有する第5レンズ群G<sub>5</sub>と、負の屈折力を有する第6レンズ群G<sub>6</sub>と、正の屈折力を有する第7レンズ群G<sub>7</sub>からなる。

【0017】第1レンズ群G<sub>1</sub>の最もレチクルR側に配置されるレンズL<sub>11</sub>は、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズである。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズL<sub>21</sub>と、負レンズL<sub>22</sub>と、レチクルR側に凹

面を向けた負レンズL<sub>23</sub>が配置されており、第4レンズ群G<sub>4</sub>には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズL<sub>41</sub>と、負レンズL<sub>42</sub>と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズL<sub>43</sub>が配置されており、第6レンズ群G<sub>6</sub>には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズL<sub>61</sub>と、負レンズL<sub>62</sub>と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズL<sub>63</sub>が配置されている。

【0018】レチクルRは1辺が6インチの正方形、露光波長はi線(365nm)で、NA=0.18で、解像力は1.5μm以下である。すなわち、kをプロセス係数として、解像度=k×λ/NAと表わすことができ、本実施例ではk=0.6であるから、解像度=1.2μmとなる。投影倍率は0.8倍の縮小で、最大像高Yは、Y=53.03mmである。したがって露光フィールドEAの形状を正方形とすれば、75mm×75mmの露光フィールドとなる。この投影光学系の焦点深度は10μm以上あるため、ガラスプレートの平面度が6μm以上ある場合でも十分に露光可能である。色収差補正範囲は、365nm±5nmである。この色補正範囲が狭まれば、条件式(2)の範囲を広げることができる。

【0019】以下の表1に、第1実施例の諸元を掲げる。表1の[主要諸元]中、βは投影倍率を表わす。また[レンズ諸元]中、第1欄NoはレチクルR側からの各レンズ面の番号、第2欄rは各レンズ面の曲率半径、第3欄dは各レンズ面から次のレンズ面までの光軸上の距離、第4欄nは各レンズ面から次のレンズ面までを満すレンズ(空欄は空気)の屈折率、第5欄νはそのレンズのアッペ数、第6欄は各レンズの番号を表わす。アッペ数νは、

$$\nu = (n_{365} - 1) / (n_{360} - n_{370})$$

n<sub>365</sub>: 365nmの光に対する屈折率

n<sub>360</sub>: 360nmの光に対する屈折率

n<sub>370</sub>: 370nmの光に対する屈折率

によって表わしている。

【0020】

【表1】

[主要諸元]

$$\begin{aligned} \beta &= 1/1.25 & NA &= 0.18 & L &= 1250\text{mm} \\ \lambda &= 0.365\mu\text{m} & Y &= 53.03 & EA &= 75\text{mm} \times 75\text{mm} \\ \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) &= 1.72 \end{aligned}$$

[レンズ諸元]

No	r	d	n	ν			
0	∞	80.00000			R 1	∞	20.528
27	1.61565	275.2	L <sub>11</sub> 2	435.20077	9.93615		
3	744.61673	27.07075	1.61301	166.5	L <sub>12</sub> 4	-376.86182	1.5
0000							
5	654.06740	28.92468	1.61301	166.5	L <sub>13</sub> 6	-351.47005	1.5
0000							

7	299.65447	20.54119	1.61301	166.5	L <sub>14</sub> 8	810.69285	1.5
0000							
9	215.41525	27.05051	1.61301	166.5	L <sub>15</sub> 10	∞	3.0
000011	∞	17.56622	1.61565	275.2	L <sub>21</sub> 12	84.35283	
39.11713							
13	-705.31894	16.86015	1.61565	275.2	L <sub>22</sub> 14	244.93061	97.1
4275							
15	-345.13996	19.44328	1.61301	166.5	L <sub>23</sub> 16	511.91731	14.3
8320							
17	-1828.41400	26.85020	1.46393	430.0	L <sub>31</sub> 18	-228.43073	1.5
0000							
19	-1754.11900	40.26369	1.46393	430.0	L <sub>32</sub> 20	-149.63269	1.5
0000							
21	681.39278	38.91064	1.46393	430.0	L <sub>33</sub> 22	-191.82083	1.5
0000							
23	-230.87776	20.57512	1.61565	275.2	L <sub>34</sub> 24	-3701.98000	1.5
0000							
25	245.90554	19.42940	1.61565	275.2	L <sub>35</sub> 26	447.12519	1.5
0000							
27	179.92521	24.30986	1.61565	275.2	L <sub>36</sub> 28	553.16577	1.5
0000							
29	254.12611	17.39814	1.61565	275.2	L <sub>41</sub> 30	140.67926	28.4
6434							
31	-602.63940	16.06753	1.61565	275.2	L <sub>42</sub> 32	221.13267	31.6
3885							
33	-135.16354	18.20098	1.61565	275.2	L <sub>43</sub> 34	-213.07882	1.5
0000							
35	-2826.85300	23.96964	1.61565	275.2	L <sub>51</sub> 36	-259.95757	1.5
0000							
37	1350.06210	21.18247	1.61565	275.2	L <sub>52</sub> 38	261.58523	1.5
0000							
39	247.91525	42.25741	1.46393	430.0	L <sub>53</sub> 40	-261.38205	1.5
0000							
41	147.46218	34.10469	1.46393	430.0	L <sub>54</sub> 42	513.53581	1.5
0000							
43	156.73097	30.96065	1.46393	430.0	L <sub>55</sub> 44	726.99639	11.4
0901							
45	-5471.63900	16.18815	1.61301	166.5	L <sub>61</sub> 46	104.28081	67.3
8087							
47	-1979.76100	16.39410	1.61565	275.2	L <sub>62</sub> 48	277.19344	32.2
9678							
49	-124.97565	18.79339	1.61565	275.2	L <sub>63</sub> 50	-263.71064	1.5
0000							
51	-896.02941	22.03524	1.61301	166.5	L <sub>71</sub> 52	-263.99694	1.5
0000							
53	258.84557	32.74510	1.61301	166.5	L <sub>72</sub> 54	-705.32502	1.5
0000							
55	247.43157	27.47929	1.61301	166.5	L <sub>73</sub> 56	161046.03700	56.8
7645							
57	-349.48048	16.75373	1.61565	275.2	L <sub>74</sub> 58	∞	50.0

0000

59 ∞

P

【0021】図5は、本発明による投影光学系の第2実施例を示し、この投影光学系も、低温ポリシリコンTF T等の露光装置に組み込まれる両側テレセントリックな投影光学系である。レンズ構成は第1実施例のレンズ構成とほぼ同じであり、主な相違点は、正屈折力の第3レ

ンズ群G<sub>3</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>における、正レンズと負レンズとの組み合わせ方である。以下の表2に、第2実施例の諸元を掲げる。

【0022】

【表2】

[主要諸元]

$\beta = 1/1.25$       NA=0.18      L=1250mm  
 $\lambda = 0.365 \mu\text{m}$       Y=53.03      EA=75mm×75mm  
 $\pi \times Y^2 \times \text{NA}^2 / (\lambda^2 \times L) = 1.72$

[レンズ諸元]

No	r	d	n	$\nu$				
0	∞	80.00000			R 1	∞	20.510	
39	1.61565	275.2	L <sub>11</sub> 2	487.39673	11.22724			
3	1377.28681	24.67247	1.61301	166.5	L <sub>12</sub> 4	-387.70451	1.0	
0000								
5	782.26798	29.58224	1.61301	166.5	L <sub>13</sub> 6	-311.05441	1.0	
0000								
7	315.24168	20.71970	1.61301	166.5	L <sub>14</sub> 8	940.65241	1.0	
0000								
9	222.04792	26.22483	1.61301	166.5	L <sub>15</sub> 10	∞	3.0	
000011	∞	18.83098	1.61565	275.2	L <sub>21</sub> 12	94.55305		
34.99508								
13	-618.53181	30.91225	1.61565	275.2	L <sub>22</sub> 14	270.49295	81.6	
3794								
15	-207.01550	18.53898	1.61301	166.5	L <sub>23</sub> 16	550.48284	16.3	
0393								
17	509.78049	31.46755	1.46393	430.3	L <sub>31</sub> 18	-293.55533	1.0	
0000								
19	1501.75451	31.57829	1.46393	430.3	L <sub>32</sub> 20	-249.23867	1.0	
0000								
21	752.22306	22.05166	1.61565	275.2	L <sub>33</sub> 22	227.65254	11.1	
6010								
23	305.03325	45.65654	1.46393	430.3	L <sub>34</sub> 24	-207.37810	1.0	
0000								
25	304.11365	20.15653	1.61565	275.2	L <sub>35</sub> 26	520.88881	1.0	
0000								
27	150.14085	23.57948	1.61565	275.2	L <sub>36</sub> 28	263.52679	2.2	
9997								
29	234.23639	17.68725	1.61565	275.2	L <sub>41</sub> 30	131.16887	33.5	
8789								
31	-465.73862	16.06491	1.61565	275.2	L <sub>42</sub> 32	238.82420	30.7	
8669								
33	-136.82087	18.38319	1.61565	275.2	L <sub>43</sub> 34	-220.64900	1.0	
0000								
35	-670.71921	22.60983	1.61565	275.2	L <sub>51</sub> 36	-226.64826	1.0	
0000								
37	952.41635	37.74542	1.46393	430.3	L <sub>52</sub> 38	-172.68992	5.6	
2378								

39	-184.21245	20.97547	1.61565	275.2	L <sub>53</sub> 40	-308.03767	1.0
0000							
41	167.16416	38.06019	1.46393	430.3	L <sub>54</sub> 42	∞	1.0
000043	149.80526	30.18702	1.46393	430.3	L <sub>55</sub> 44	472.45704	
13.08588							
45	∞	16.31910	1.61301	166.5	L <sub>61</sub> 46	112.70626	68.1
5065							
47	-552.80267	16.06342	1.61565	275.2	L <sub>62</sub> 48	271.65717	37.3
7212							
49	-127.88784	18.43600	1.61565	275.2	L <sub>63</sub> 50	-207.57943	1.0
0000							
51	-1439.66400	20.36630	1.61301	166.5	L <sub>71</sub> 52	-330.65505	1.0
0000							
53	231.62113	32.19036	1.61301	166.5	L <sub>72</sub> 54	-857.26711	1.0
0000							
55	263.60607	25.43212	1.61301	166.5	L <sub>73</sub> 56	∞	45.0
034957	-332.28604	16.76277	1.61565	275.2	L <sub>74</sub> 58	∞	
50.00000							
59	∞						

P

【0023】図7は、本発明による投影光学系の第3実施例を示し、この投影光学系は、FED等の露光装置に組み込まれる両側テレセントリックな投影光学系である。この投影光学系は、レチクルR側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を有する第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を有する第5レンズ群G<sub>5</sub>からなる。

【0024】第1レンズ群G<sub>1</sub>の最もレチクルR側に配置されるレンズL<sub>11</sub>は、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズである。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズL<sub>22</sub>と、負レンズL<sub>23</sub>と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズL<sub>24</sub>が配置されており、第4レンズ群G<sub>4</sub>には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズL<sub>41</sub>と、負レンズL<sub>42</sub>と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズL<sub>43</sub>が配置されている。

【0025】レチクルRは1辺が6インチの正方形、露光波長はKrFエキシマレーザ光(248nm)で、NA=0.3で、解像力は0.8μm以下である。すなわち、kをプロセス係数として、解像度=k×λ/NAと表わすことができ、本実施例ではk=0.6であるから、解像度=0.5μmとなる。投影倍率は1/2.5倍の縮小で、最大像高Yは、Y=31.11mmである。したがって露光フィールドEAの形状を正方形とすれば、44mm×44mmの露光フィールドとなる。以下の表3に、第3実施例の諸元を掲げる。すべてのレンズの硝材は合成石英であり、合成石英の使用波長(248nm)での屈折率は、1.508389である。また、使用波長に狭帯域化された光束を使用する。それ故、表3の「レンズ諸元」では、屈折率nとアッペ数νを省略している。

【0026】

【表3】

[主要諸元]

β=1/2.5      NA=0.3      L=1200mm  
λ=0.248μm      Y=31.11      EA=44mm×44mm  
π×Y<sup>2</sup>×NA<sup>2</sup>/ (λ<sup>2</sup>×L) =3.71

[レンズ諸元]

No	r	d				
0	∞	100.54099	R 1	∞	23.49989	L <sub>11</sub> 2 327.
21806	16.60623					
3	745.99255	24.29147	L <sub>12</sub> 4	-792.67400	1.00000	
5	477.75742	25.30887	L <sub>13</sub> 6	-1067.61000	1.00000	
7	397.56382	26.07925	L <sub>14</sub> 8	-1506.22800	1.00000	
9	308.67554	27.77416	L <sub>15</sub> 10	-1711.86500	1.00000	
11	255.43901	19.44571	L <sub>21</sub> 12	134.49939	21.21029	



13	392.48722	17.71194	$L_{22}14$	166.81409	21.72514
15	2316.17366	17.02197	$L_{23}16$	257.82570	58.86230
17	-127.30481	18.70569	$L_{24}18$	-2339.58700	12.42892
19	-327.18173	20.59271	$L_{25}20$	-620.90663	37.00065
21	-1533.81200	30.36053	$L_{31}22$	-212.87813	1.00000
23	1152.51610	29.21679	$L_{32}24$	-347.77220	1.00000
25	366.50812	29.12826	$L_{33}26$	-816.19208	1.00000
27	289.18973	25.66665	$L_{34}28$	-3215.23700	1.02318
29	221.16412	29.15903	$L_{35}30$	362.33564	13.19690
31	-1429.49800	16.90899	$L_{41}32$	128.70362	25.44667
33	-171.40580	13.89425	$L_{42}34$	241.11901	49.13964
35	-150.49549	16.58890	$L_{43}36$	-4555.02600	13.58757
37	-254.20194	24.13589	$L_{51}38$	-200.61407	1.00000
39	-3182.49700	22.23957	$L_{52}40$	-292.36148	1.00000
41	2596.31870	32.65875	$L_{53}42$	-225.72431	1.00000
43	228.47592	37.12921	$L_{54}44$	-1062.27300	10.36255
45	-480.45072	24.00219	$L_{55}46$	-3004.94500	1.00000
47	269.60675	22.95075	$L_{56}48$	773.94795	1.00000
49	318.85934	22.48602	$L_{57}50$	462.73199	74.40343
51	-786.03086	16.99427	$L_{58}52$	-365.94219	52.49696
53	-149.65954	12.21313	$L_{59}54$	459.79301	5.32364
55	99.59299	18.48013	$L_{510}56$	794.31006	30.00000
57	$\infty$		P		

【0027】図4、図6、図8に、それぞれ第1、第2、第3実施例の投影光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、及び横収差を示す。非点収差図において、点線Mはメリジオナル像面を表わし、実線Sはサジタル像面を表わす。各収差図より明らかなように、各実施例とも優れた結像性能を有することが分かる。なお、図3に示す第1実施例、図5に示す第2実施例及び図7に示す第3実施例では、負レンズL41と負レンズL42との間に、開口絞りASが設けられており、これらの開口絞りASの開口径を可変にする事もできる。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、主として液晶表示素子の投影転写に用いられ、解像力が十分に高く、しかも十分に広い露光フィールドを有する投影光学系を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】一括露光型の投影露光装置の一例を示す概略図

【図2】走査露光型の投影露光装置の一例を示す概略図

【図3】本発明の第1実施例による投影光学系のレンズ構成図

【図4】第1実施例の投影光学系の収差図

【図5】第2実施例の投影光学系のレンズ構成図

【図6】第2実施例の投影光学系の収差図

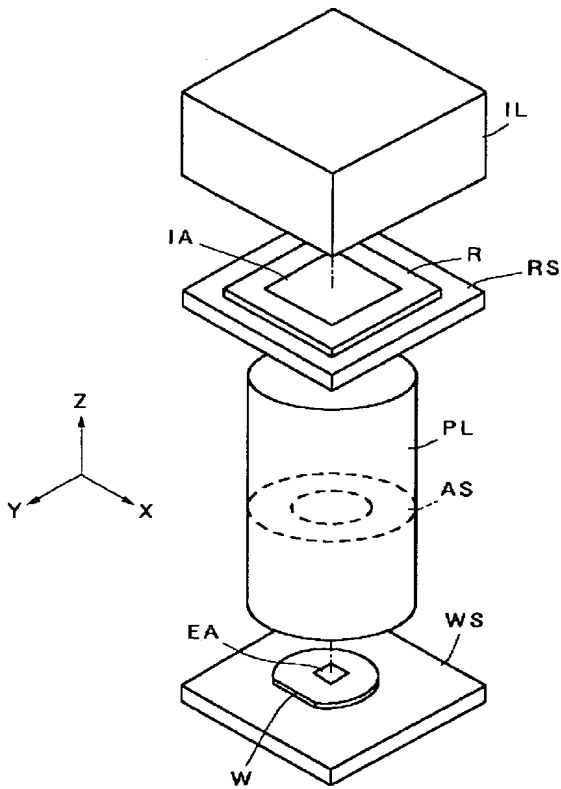
【図7】第3実施例の投影光学系のレンズ構成図

【図8】第3実施例の投影光学系の収差図

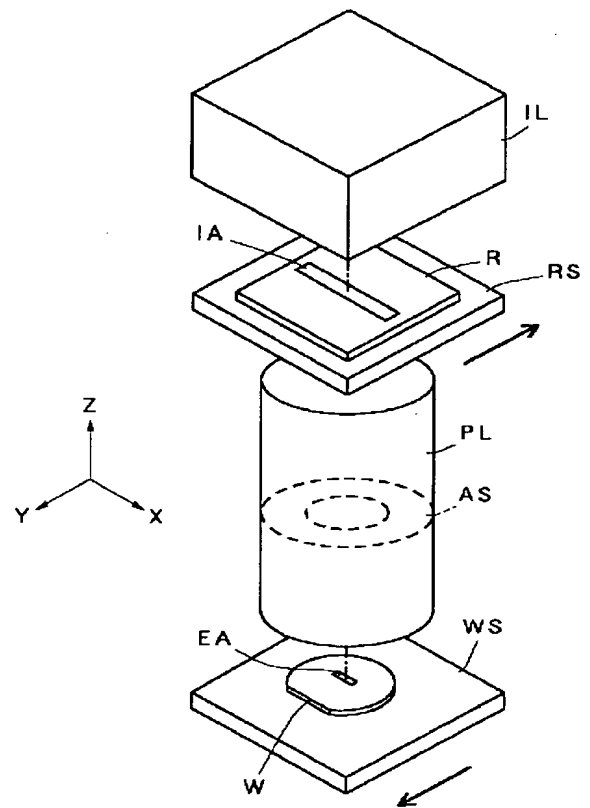
【符号の説明】

I L…照明光学系	R S…レチクルステージ
R…レチクル	I A…照明フィールド
P L…投影光学系	A S…開口絞り
W S…ウエハステージ	W…ウエハ
E A…露光フィールド	P…ガラスプレート
G <sub>1</sub> ～G <sub>7</sub> …レンズ群	L <sub>11</sub> ～L <sub>74</sub> …レンズ

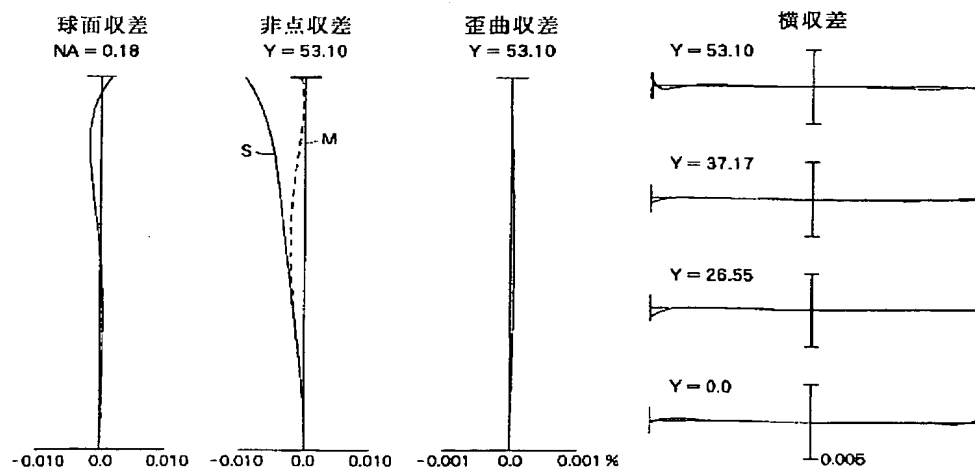
【図1】



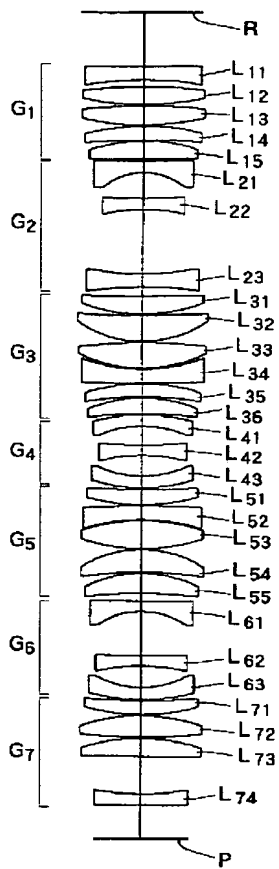
【図2】



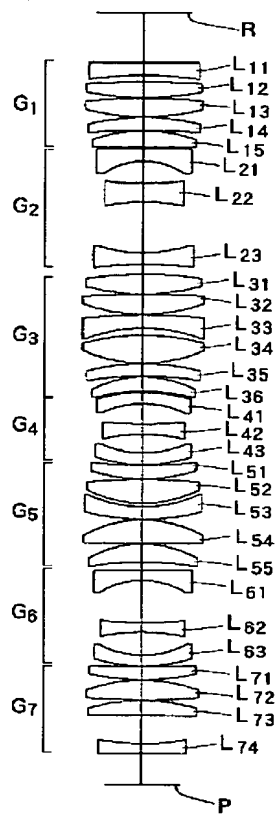
【図4】



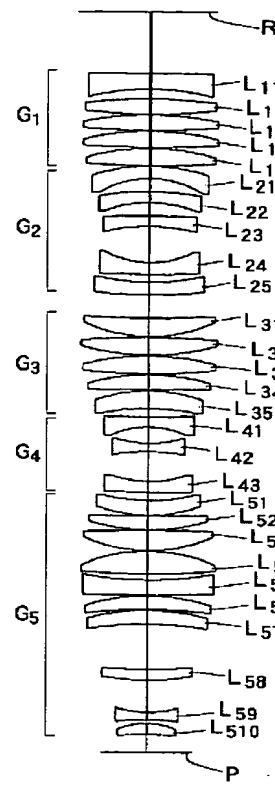
【図3】



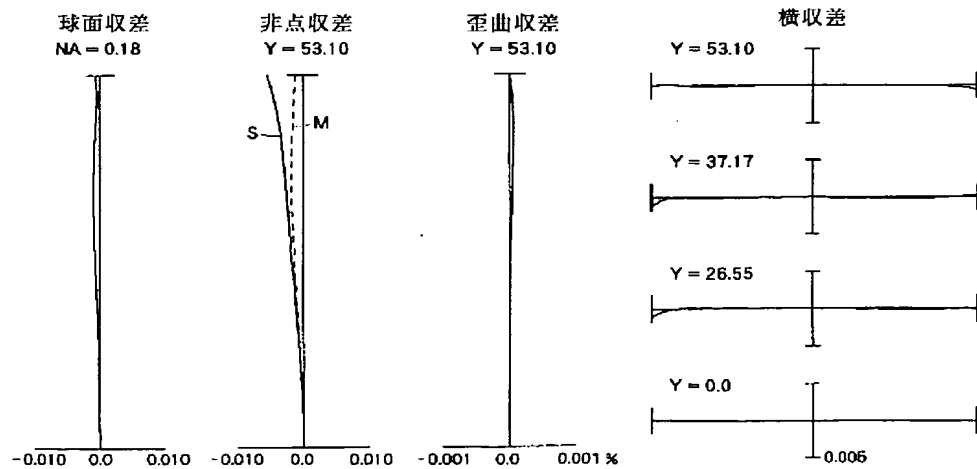
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

